

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-237058

(43)公開日 平成8年(1996)9月13日

(51)Int.Cl.⁶
H 03 H 3/10
9/145
9/25

識別記号
7259-5 J
7259-5 J
7259-5 J

F I
H 03 H 3/10
9/145
9/25

技術表示箇所
C
C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-38651

(22)出願日 平成7年(1995)2月27日

(71)出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 ウー ホクホア
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

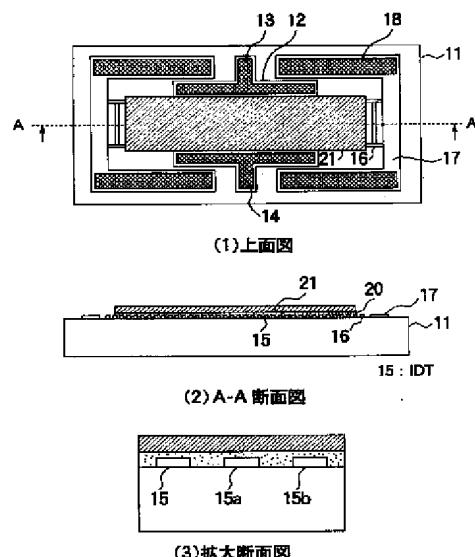
(74)代理人 弁理士 柿本 恒成

(54)【発明の名称】 弾性表面波装置とその周波数特性調整方法

(57)【要約】

【目的】 弹性表面波装置の中心周波数を所望の値にする。

【構成】 圧電基板11上のすだれ状のIDT15の上には、絶縁膜20と強磁性体の薄膜21が形成されている。圧電基板11が例えば強磁性体のシステムに搭載され、該圧電基板11に垂直方向の静磁界がかけられる。静磁界によって、強磁性体の薄膜21とシステムが永久磁石化され、磁気引力によって圧電基板11の表面圧力が増加する。また、永久磁石化されているので、静磁界から解放した状態でも強磁性体の薄膜21とシステム間には磁気引力が残り、圧電基板11の表面圧力が常に一定に調整される。表面圧力の増加で弹性表面波の伝搬速度が変化し、所望の中心周波数が得られる。



□ : 圧電基板

▨ : 強磁性体薄膜

▨ : 金(Au)薄膜

▨ : 絶縁体

本発明の第1の実施例の弾性表面波共振子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上にすだれ状に形成され、与えられた高周波信号に基づき弾性表面波を励振するトランスデューサを備えた弾性表面波装置において、前記トランスデューサの上に堆積された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の薄膜とを、設けたことを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】 請求項1記載の弾性表面波装置を所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の板、膜またはステム上に搭載し、請求項1記載の圧電基板に垂直方向の静磁界をかけて前記板、膜またはステムと請求項1記載の強磁性体の薄膜を永久磁石化して前記圧電基板の表面圧力を一定にすることを特徴とする弾性表面波装置の周波数特性調整方法。

【請求項3】 前記圧電基板の下側に、所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の薄膜を形成したことを特徴する請求項1記載の弾性表面波装置。

【請求項4】 請求項3記載の圧電基板に垂直方向の静磁界をかけて、前記圧電基板の上下の強磁性体の薄膜を永久磁石化して前記圧電基板の表面圧力を一定にすることを特徴とする弾性表面波装置の周波数特性調整方法。

【請求項5】 圧電基板上にすだれ状に形成され、与えられた高周波信号に基づく弾性表面波を励振するトランスデューサを備えた弾性表面波装置において、前記トランスデューサの上に堆積された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され残留磁気と保磁力のない強磁性体の薄膜とを、設けたことを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項6】 請求項5記載の弾性表面波装置を残留磁気と保磁力のない強磁性体の板、膜またはステム上に搭載し、請求項5記載の圧電基板に垂直方向の可変静磁界をかけて前記板、膜またはステムと請求項5記載の強磁性体の薄膜を磁化して前記圧電基板の表面圧力を調整することを特徴とする弾性表面波装置の周波数特性調整方法。

【請求項7】 前記圧電基板の下側に、残留磁気と保磁力のない強磁性体の薄膜を形成したことを特徴する請求項5記載の弾性表面波装置。

【請求項8】 請求項7記載の圧電基板に垂直方向の可変静磁界をかけて、前記圧電基板の上下の強磁性体の薄膜を磁化して前記圧電基板の表面圧力を調整することを特徴とする弾性表面波装置の周波数特性調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、弾性表面波フィルタ等の弾性表面波装置とその周波数特性調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に弾性表面波装置は、電気信号に基づいて弾性表面波（Surface Acoustic Wave；以下、SAWという）を励振するためのすだれ状のトランスデ

ューサ（Interdigital Transducer；以下、IDTという）を有している。そのIDTに対する加工によって、弾性表面波装置における種々の特性と機能がもたらされる。従来、弾性表面波装置と言えば、主に弾性表面波フィルタを示していたが、現在では弾性表面波共振子も多く利用されるようになり、表面弾性波装置の範囲も広くなっている。この他に、弾性表面波コンボルバもIDTを有しているので、弾性表面波装置の一つである。図2は、従来の弾性表面波装置を示す構造図であり、例として弾性表面波共振子が示されている。この弾性表面波共振子は、LiTaO₃やLiNbO₃等の圧電基板1を有している。圧電基板1上にはアルミニウム或いはアルミニウムを主材料とする薄膜の下敷き2が形成され、その下敷き2の上に入力端子3及び出力端子4が形成されている。入力端子3及び出力端子4は、金の薄膜のボンディングパッドである。入力端子3及び出力端子4は、下敷き2を介してSAW励振用のIDT5にそれぞれ接続されている。IDT5は、入力端子3に接続された電極指5aと出力端子4に接続された電極指5bで構成されている。IDT5は下敷き2と同時に作製されたものであり、そのIDT5の膜厚と材質は下敷き2と同じである。IDT5の両側には、反射器6が形成されている。反射器6もIDT5と同時に作製され、反射器6の膜厚と材質はIDT5と同じである。反射器6は、アルミニウムパターン7を介してアース線用金薄膜のボンディングパッド8にそれぞれ接続されている。用途によつては反射器6が不要となる場合もある。また、使用目的によってIDT5の形状や配置は様々であり、多少のバリエーションはあるが、他の表面弾性波装置の構成も図2と基本的に同じ構造である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の弾性表面波装置では、次のような課題があった。一般的に、各種弾性表面波装置は、特定の周波数帯域において機能するように設計されている。その周波数帯域の中心周波数F_cは、電極指5a, 5bのピッチ、即ち電極指間の間隔と、その膜厚と、圧電基板1上のSAWの伝搬速度とで決まつてくる。使用する圧電基板1の種類（例えば、LiTaO₃, LiNbO₃、水晶等）とIDT5の材質が決まつくると、およそ電極間の間隔と、その膜厚も自然に決まつくる。製造工程において、それらIDT5の電極指5a, 5bの間隔は膜厚より先に決められるので、最終的に中心周波数F_cを左右するのは各IDT5の膜厚となる。IDT5の膜厚が設計値よりも厚くなると、SAWの伝搬速度が遅くなり、中心周波数F_cが低域側に移動する。逆に設計値よりも薄くなると、SAWの伝搬速度が速くなり、中心周波数F_cが高域側に移動する。したがって、所望の中心周波数F_cを得るためには、IDT5の膜厚をいかに正確に形成できるかに、かかってくる。

【0004】従来の弾性表面波装置において、IDT5は蒸着で形成される場合が、ほとんどである。また、スパッタリングで形成される場合もある。蒸着でIDT5を形成した方が、スパッタリングで形成するよりも膜厚の精度が高い上に膜質もよい。現在、市場で出回っている蒸着機のうちで高性能なものは、5パーセント程度の精度でIDT5を成膜できる。例えば、 36° YX cutのLiTaO₃の圧電基板1上に、主材料をアルミニウムとしたIDT5を形成する場合、その蒸着装置を用いても所望の中心周波数F_cが835MHzに対して、 835 ± 2 MHzの中心周波数の弾性表面波装置しか得られない。この精度が許容される場合はよいが、そうでない場合には、周波数特性を調整する必要がある。周波数特性の調整方法には、基本的に二通りの方法がある。即ち、中心周波数F_cが低域に移動している場合に用いられる方法か、または中心周波数F_cが高域に移動している場合に用いられる方法かによって、周波数特性の調整が行われる。

【0005】中心周波数F_cが低域に移動している場合 IDT5の膜厚が設計値よりも厚いので、ドライエッチングで膜厚を少しづつ減じ、中心周波数F_cを所望の値に調整する。中心周波数F_cが高域に移動している場合、IDT5の膜厚が設計値よりも薄いので、まず、IDT5上にスパッタリング等で絶縁膜の例えればSiO₂やZnOをやや厚目に堆積する。そして、ドライエッティングまたはウェットエッティングで、その絶縁膜を削り、中心周波数F_cを所望の値に調整する。ただし、ウェットエッティングの場合、エッティング速度が速いので、IDT5がエッティングされないような注意が必要である。いずれにしても、これら二通りの周波数特性の調整方法には手間と時間がかかり、弾性表面波装置のコストの上昇が避けられなかった。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、上記課題を解決するために、圧電基板上にすだれ状に形成され、与えられた高周波信号に基づきSAWを励振するIDTを備えた弾性表面波装置において、前記IDTの上に堆積された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の薄膜とを、設けている。第2の発明は、第1の発明における弾性表面波装置を所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の板、膜またはシステム上に搭載し、圧電基板に垂直方向の静磁界をかけて前記板、膜またはシステムと前記強磁性体の薄膜を永久磁石化して前記圧電基板の表面圧力を一定にするようにして、弾性表面波装置の周波数特性調整を行う。第3の発明は、第1の発明の弾性表面波装置の前記圧電基板の下側に、所定の残留磁気と保磁力を有する強磁性体の薄膜を形成している。第4の発明は、第3の発明の弾性表面波装置の圧電基板に垂直方向の静磁界をかけて、前記圧電基板の上下の強磁性体の薄膜を永久磁石化して

前記圧電基板の表面圧力を一定にすることで弾性表面波装置の周波数特性調整を行う。

【0007】第5の発明は、圧電基板上にすだれ状に形成され、与えられた高周波信号に基づきSAWを励振するIDTを備えた弾性表面波装置において、前記IDTの上に堆積された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され残留磁気と保磁力のない強磁性体の薄膜とを、設けている。第6の発明は、第5の発明の弾性表面波装置を残留磁気と保磁力のない強磁性体の板、膜またはシステム上に搭載し、前記圧電基板に垂直方向の可変静磁界をかけて前記板、膜またはシステムと前記強磁性体の薄膜を磁化して前記圧電基板の表面圧力を調整し弾性表面波装置の周波数特性調整を行う。第7の発明は、第5の発明の弾性表面波装置の前記圧電基板の下側に、残留磁気と保磁力のない強磁性体の薄膜を形成している。第8の発明は、第7の発明の弾性表面波装置の圧電基板に垂直方向の可変静磁界をかけて、前記圧電基板の上下の強磁性体の薄膜を磁化して前記圧電基板の表面圧力を調整し、弾性表面波装置の周波数特性調整を行うようにしている。

【0008】

【作用】弾性表面波装置の周波数特性である中心周波数F_c等は、IDTの膜厚が設計値よりも厚くなると低域側に移動し、薄くなると高域側に移動する。IDTによって励振されたSAWの伝搬速度が変化することが、中心周波数F_c等の移動の原因である。即ち、IDTの膜厚が厚くなると、圧電基板の表面圧力が増加してSAWの伝搬速度が遅くなり、SAWの伝搬速度に反比例して中心周波数F_c等が低域側に移動する。同様に、IDTの膜厚が薄くなると、圧電基板の表面圧力が減少してSAWの伝搬速度が速くなり、中心周波数F_c等が高域側に移動する。換言すれば、圧電基板におけるSAWの伝搬する領域の表面圧力が、弾性表面波装置の中心周波数F_c等を左右するといっても、過言ではない。第1～第4の発明によれば、以上のように弾性表面波装置とその周波数特性調整方法を構成しているので、IDTの上に絶縁膜を介して形成された強磁性体の薄膜は、残留磁気と保磁力を有している。そのため、圧電基板に垂直方向の静磁界をかけることにより、強磁性体の薄膜が永久磁石化される。この永久磁石化された強磁性体の薄膜と、弾性表面波装置を搭載する強磁性体の板、膜もしくはシステム、または圧電基板下側に形成された強磁性体の薄膜との間の磁気引力によって、弾性表面波装置の表面圧力が増加する。また、強磁性体の薄膜が永久磁石化されているので、静磁界から解放した後もその表面圧力が常に一定となる。すなわち、静磁界のかけ方で、弾性表面波装置の中心周波数F_cを所望の値にすることができる、かつ、その値が常に一定に保たれる。第5～第8の発明によれば、圧電基板に垂直方向の可変静磁界をかけることにより、IDTの上に絶縁膜を介して形成された強磁性体の薄膜と、弾性表面波装置を搭載する強磁性体の板、

膜もしくはステム、または圧電基板下側に形成された強磁性体の薄膜とが磁化される。これらの間の磁気引力によって、弹性表面波装置の表面圧力が変化する。即ち、可変静磁界のかけ方で、弹性表面波装置の中心周波数F_cを任意の値に変化させることができる。従って、前記課題を解決できるのである。

【0009】

【実施例】

第1の実施例

図1(1)～(3)は、本発明の第1の実施例を示す弹性表面波共振子の構造図であり、同図(1)は上面図、同図(2)は同図(1)のA-A断面図、同図(3)は拡大断面図である。この弹性表面波装置は弹性表面波共振子であり、材質がLiTaO₃やLiNbO₃等で構成された圧電基板11上有している。圧電基板11上にはアルミニウム或いはアルミニウムを主材料とする薄膜の下敷き12が形成され、その下敷き12の上に入力端子13及び出力端子14が形成されている。入力端子13及び出力端子14は、金の薄膜のボンディングパッドである。入力端子13及び出力端子14は、下敷き12を介してすだれ状のSAW励振用のIDT15にそれぞれ接続されている。IDT15の膜厚と材質は下敷き12と同じである。IDT15の両側には、反射器16が形成されている。反射器16もIDT15と同時に作製され、反射器16の膜厚と材質はIDT15と同じである。各反射器16は、アルミニウムバターン17を介してアース線用金薄膜のボンディングパッド18にそれぞれ接続されている。

【0010】IDT15の電極指の間と上部には、絶縁膜20となる誘電体薄膜或いは圧電体薄膜が、図1の(2)および(3)のように形成されている。絶縁膜20の上部には強磁性体の薄膜21が形成されている。IDT15及びアースと薄膜21とは、電気的に完全に独立している。強磁性体にはいろいろな種類があるが、薄膜21の材料の選択条件としては、腐食しにくいもので、密度が低くIDTに不要な表面圧力を加えないものが適切である。この選択条件に該当するものには、例えば、純ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、これら金属を主材料とする合金、または鉄(Fe)を主材料とする合金等の強磁性体がある。強磁性体については下記文献にも簡単に述べられている。Feを主材料とする強磁性体の中には、硬鉄(Hard iron)と軟鉄(Softiron)がある。硬鉄における残留磁気と保磁力は大きく、軟鉄の残留磁気と保磁力は零で、ヒステリシス損がほとんど存在しない。NiまたはCo系の強磁性体の磁気的性質も、硬鉄とよく似ている。本実施例では、薄膜21の材料として、Niを主材料とする合金を使用している。

文献：卯本重郎著、“電磁気学”(昭52)昭晃堂、P. 232

図3は、図1の製造工程を示す断面図であり、この図を参照しつつ、弹性表面波共振子の製造工程を説明する。

【0011】第1ステップにおいて、圧電基板11上に図1における下敷き12、IDT15、反射器16、パターン17を成膜して形成する。これらの膜の標準膜厚は、例えば、1000Åとする。第2ステップにおいて、下敷き12、IDT15、反射器16、及びパターン17の成膜された圧電基板11の上にレジスト22を全面に塗布する。第3ステップで、マスクパターン23を通して露光を行う。第4ステップで、不要なレジストを除去することで、パターンを形成する。続いて、第5ステップでは第4ステップで得られた試料の上に、絶縁膜20の例えればSiO₂、ZnOまたはSi₃N₄を堆積する。絶縁膜20の膜厚は、IDT15の約1.5～2.0倍程度であり、該絶縁膜20の成膜方法はスパッタリング法でよい。第6ステップにおいて、絶縁膜20の上にNi合金の強磁性体の膜21を、蒸着またはスパッタリング法等で積層する。次の第7ステップにおいて、不要なレジスト22のパターン、不要な絶縁膜20、不要な強磁性体の膜21をリフトオフで除去することにより、IDT15の上部のみに、絶縁膜20とその上の強磁性体の膜21を形成することができる。第7ステップの後、入力端子13、出力端子14、アース線用ボンディングパッド等が形成される。

【0012】以上の工程によって図1の弹性表面波共振子の構造は完成する。ここで、弹性表面波共振子の中心周波数F_cが、所望の値よりも高い場合、次の方法によって調整を行う。弹性表面波共振子のチップをパッケージに実装するとき、単独用パッケージの中でも共用パッケージの中でも、下敷きの金属薄膜または金属板が必要である。弹性表面波共振子の中心周波数F_cを調整する本実施例において、その金属薄膜あるいは金属板には、硬鉄と類似する性質の強磁性体を用いる必要がある。そして、その面積は、弹性表面波共振子のチップよりも広ければよい。以下、この金属膜あるいは金属板を強磁性体膜Bという。

【0013】図4は、図1の磁化作業を示す略図である。強磁性体膜BとIDT15上の強磁性体の薄膜21とに、電磁石30の磁極を用いて図4のような垂直の静磁界をかけば、強磁性体膜Bと強磁性体の薄膜21との間に静磁気力が働き、互いに引き合うようになる。電磁石30の磁極間の静磁界の強さは、電気的に調整が可能である。電磁石30の両磁極は任意であり、片方がN極であれば他方はS極である。静磁界をかけることにより、薄膜21及び強磁性体膜Bは、それぞれ磁化される。そのため、電磁石30の磁極を遠ざけても、薄膜21及び強磁性体膜Bには強力な残留磁気が残り、外部から強力な磁気的影響を与えないかぎり永久磁石となる。また、図4のように磁化を行うと、強磁性体の薄膜21の表面はS極、圧電基板11側の面はN極になる。

一方、強磁性体膜Bの圧電基板11側はS極、下の表面はN極になる。したがって、両永久磁石間では、端部を除いてほぼ一様の磁界ができ、IDT15に一定の表面圧力がかかることになる。即ち、IDT15の膜厚が増加したのと、同じ効果が得られる。

【0014】図5(1), (2)は、システムに搭載した図1の弾性表面波共振子を示す図であり、同図(1)は平面図、同図(2)は同図(1)のA-A断面図である。弾性表面波共振子のチップは、システム40に搭載される。システム40は入力端子41及び出力端子42を有している。各端子41, 42は、ガラス43で囲まれ、システム40の本体とは絶縁されている。入力端子41が弾性表面波共振子の入力端子13にボンディングワイヤ44で接続され、出力端子42が弾性表面波共振子の出力端子14にボンディングワイヤ45で接続されている。一方、弾性表面波共振子のアース線用ボンディングパッド18は、ボンディングワイヤ46でシステム40の本体に接続され、そのシステム40の本体に形成されたアース端子47が外部に導出されている。また、システム40の上部は、金属の蓋48でカバーされ、弾性表面波共振子のチップが密閉される構造である。システム40の材料は、強磁性体であり、前述の磁化における強磁性体膜Bとして利用することができる。金属の蓋48も強磁性体で形成されている。

【0015】次に、図1及び図5に示された弾性表面波共振子の動作を説明する。入力端子41を介して数MHz以上の高周波信号が入力端子13に入力されると、電気的に該入力端子13に接続された電極指15aに高周波電圧がかかる。このとき、電極指15aに隣接して出力端子14に接続された電極指15bには、誘導的に高周波電圧が発生するが、位相的に遅れているので、入力端子13と出力端子14間には、電位差が生じる。これによって、電極指下の圧電基板11の表面が歪み、入力信号と同じ周波数のSAWが励振する。SAWの励振で電極指15aと電極指15bの結合はいっそう強まり、出力端子14からある帯域の高周波信号が出力される。出力端子14から出力される高周波信号の帯域は、励振したSAWの伝搬速度に左右されることとは、すでに述べている。本実施例の重点は、SAWの伝搬速度を磁気的に制御することである。その圧電基板11のSAWの伝搬する表面の圧力が増すと、該SAWの伝搬速度は低下し、弾性表面波装置の中心周波数F_cが低域側に移動する。従来、この表面圧力をIDTの膜厚またはIDTを形成する材料の選択で制御していたが、本実施例では弾性表面波共振子を挟む磁化した強磁性体膜Bと強磁性体の薄膜21間の磁気引力で、圧電基板11の表面に圧力を加え、所望の中心周波数F_cを得ている。中心周波数F_cを所望の値にするためには、強磁性体膜Bと強磁性体の薄膜21を磁化させるときの、電磁石30の静磁界の強さを制御すればよい。即ち、必要な静磁界の強さを

実験的に求めておいてから、電磁石30のコイルに流れる電流を制御することで、適切な静磁界の強さが得られる。結果的に、強磁性体膜Bと強磁性体の薄膜21とは永久磁石となるので、圧電基板11の表面には、常に安定した表面圧力がかけられ続け、中心周波数F_cの値は、外部からの磁気的影響がない限り所望の値で安定する。

【0016】以上のように、本実施例にでは、SAWの伝搬速度を磁気的に制御するので、弾性表面波共振子の

- 10 中心周波数F_cを連続的に微調整できるという利点がある。図6(1)(2)は、図1の弾性表面波共振子の周波数特性を示す図であり、同図(1)は静磁気力と中心周波数の関係、同図(2)は静磁気力による周波数特性の変動を示している。強磁性体の薄膜21と強磁性体膜Bの間に働く静磁気力Mが零のとき、弾性表面波共振子の中心周波数F_cの値はF_{c0}である。弾性表面波共振子に静磁界をかける前は、中心周波数がF_{c0}である。図6(1)中のF_{c1}は中心周波数F_cが所望の中心周波数であり、M₁はその時の静磁気力Mの値である。静磁気力Mを連続的に上げると中心周波数F_cは連続的に下がる。ただし、強磁性体の薄膜21と強磁性体膜Bが硬鉄と類似する性質の強磁性体で構成しているので、残留磁気が簡単には低下しない。よって、静磁界をかけるときにはかけ過ぎの内容に、注意する必要がある。図6(2)は弾性表面波共振子の挿入損失の周波数特性を示している。静磁気力Mをかける前の弾性表面波共振子の周波数特性は、特性曲線50であり、中心周波数がF_{c0}である。静磁気力M₁をかけると周波数特性が特性曲線51のようになり、中心周波数がF_{c1}となる。理論的には、かける静磁気力Mが高くなればなるほど、中心周波数F_cが低下する。しかし、残留磁気には飽和値があり、一定以上の静磁気力Mをかけても意味がない。その残留磁気の飽和値は、強磁性体の材料によって異なるので、強力な静磁気力を必要とする場合、飽和値の高いものを選定すればよい。
- 30 【0017】ここで、図6(1), (2)で示すように、所望の中心周波数F_cは、必ず静磁気力Mが零の時の中心周波数F_{c0}以下になるように、弾性表面波共振子を製造しなくてはならない。つまり、静磁気力Mで中心周波数F_cを中心周波数F_{c0}より低くすることはできるが、その逆はできない。したがって、例えばIDT15を蒸着で形成する時に、蒸着機の成膜精度を考慮して、中心周波数F_{c0}を所望の中心周波数F_{c1}の値よりも高いように成膜する必要がある。中心周波数F_{c0}が中心周波数F_{c1}に近ければ近いほど、静磁気力M₁が低くて済む。即ち、本実施例では静磁界をかける必要はあるが、弾性表面波共振子の中心周波数F_cを確実に所望の値F_{c1}に調整することが可能であり、設計の自由度と製造歩留まりが大きく改善される。特に高精度の中心周波数を50 必要とする弾性表面波共振子には、非常に有効である。

また、本実施例の弾性表面波共振子は強磁性体のパッケージ内に実装されるので、パッケージが磁気シールの役割を果たし、外部からの磁気的悪影響から守られる。

【0018】第2の実施例

本実施例は、図1及び図4における強磁性体の薄膜21と、強磁性体膜Bに相当するシステム40を、軟鉄と同様に残留磁気と保磁力のない強磁性体で構成し、他は第1の実施例の同じ構成の弾性表面波共振子である。即ち、静磁界をかけたときのみ、強磁性体の薄膜21と強磁性体膜Bとが、磁気引力で引き合い、圧電基板11の表面圧力が増加する構成となっている。静磁界から解放すると圧電基板11の表面圧力は元の値に戻る。図7(1) (2)は、本発明の第2の実施例の弾性表面波共振子の周波数特性を示す図であり、この図を参照しつつ、第2の実施例の弾性表面波共振子の周波数特性調整方法を説明する。図7の(1)のような周期Tで、圧電基板11に垂直方向の静磁界をかける。即ち、時刻tが0とT₁(0 < t < T₁)のとき静磁界が0、時刻tがT₁とT₂(T₁ < t < T₂)のとき静磁界がM₁、時刻tがT₂とT₃(T₂ < t < T₃)のとき静磁界がM₂である。このような静磁界をかけることにより、弾性表面波共振子の挿入損失の周波数特性は図7の(2)となる。即ち、静磁界の値によって弾性表面波共振子の中心周波数F_cが変化する。時刻tが0とT₁の間(0 < t < T₁)における周波数特性は特性曲線70となり、中心周波数はF₀となる。時刻tがT₁とT₂の間(T₁ < t < T₂)における周波数特性は特性曲線71となり、中心周波数はF₁となる。時刻tがT₂とT₃の間(T₂ < t < T₃)のときの周波数特性は特性曲線72となり、中心周波数はF₂となる。以上のように、本実施例では、静磁界を制御することで、一つの弾性表面波共振子に、いろいろな周波数特性を持たせることができるのである。

【0019】なお、本発明は、上記実施例に限定されず種々の変形と応用が可能である。その変形例及び応用例としては、例えば次のようなものがある。

(i) 第1、第2の実施例では、弾性表面波共振子の例を示しているが、本発明は、IDTを有する全ての弾性表面波装置の周波数特性を調整することが可能である。よって、特に弾性表面波共振子を用いて帯域フィルタを構成するときに、弾性表面波共振子同士の共振周波数と反共振周波数の精度をよく合わせることが、簡単になる。また、共振周波数と反共振周波数を制御することで、帯域フィルタの帯域幅を広げたり狭めたりすることも可能である。

(ii) 弹性表面波共用器では、分波回路と周波数帯域の隣接する送信用弾性表面波フィルタと受信用弾性表面波フィルタが用いられている。各弾性表面波フィルタの中心周波数F_cは、互いに約30MHz離れている。ここ

で、第2の実施例で説明したような中心周波数の調整方法を用いれば、送信用弾性表面波フィルタと受信用弾性表面波フィルタだけで、分波回路の不要な弾性表面波共用器が構成できる。即ち、送信用弾性表面波フィルタが正常に作動するときに、受信用弾性表面波フィルタの中心周波数F_{c1}を該送信用弾性表面波フィルタに悪影響を与えない方に移動させ、逆に、受信用弾性表面波フィルタが正常に作動するとき、送信用弾性表面波フィルタの中心周波数F_{c2}を移動させる。このようにすることで分波回路が不要となると共に、分波回路を用いた場合よりも低損失の弾性表面波共用器を構成することができる。

【0020】(iii) 第1、第2の実施例では、強磁性体膜Bに相当する部分をシステム40に設定しているが、圧電基板11の下側に強磁性体の薄膜を形成しておき、それを強磁性体の膜Bとする構成としてもよい。この場合、システム材質の選定の自由度が上がる。

(iv) 第1の実施例では、強磁性体の薄膜21と強磁性体膜Bの両方を永久磁石化して磁気引力を強めているが、強磁性体の材料でよいものがあれば、強磁性体の薄膜21のみに残留磁気と保磁力を持たせる構成としても、第1の実施例と同様の効果が期待できる。

【0021】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、第1～第4の発明によれば、IDTの上に絶縁膜と残留磁気と保磁力を有した強磁性体の薄膜とを設けているので、静磁界をかけることにより、強磁性体の薄膜が永久磁石化される。この永久磁石化された強磁性体の薄膜と、弾性表面波装置を搭載する強磁性体の板、膜もしくはシステム、または圧電基板下側に形成された強磁性体の薄膜との間の

30 磁気引力によって、弾性表面波装置の表面圧力が増加し、弾性表面波装置の中心周波数を所望の値に設定することができる。また、強磁性体の薄膜が永久磁石化されているので、静磁界から解放した後も、弾性表面波装置の中心周波数を所望の値に設定することができる。第5～第8の発明によれば、IDTの上に絶縁膜と残留磁気及び保磁力のない強磁性体の薄膜とを設けているので、可変磁界をかけることにより、IDTの上に絶縁膜を介して形成された強磁性体の薄膜と、弾性表面波装置を搭載する強磁性体の板、膜もしくはシステム、または圧電基板下側に形成された強磁性体の薄膜とが磁化される。これらの間の磁気引力によって、弾性表面波装置の表面圧力が変化する。即ち、可変静磁界のかけ方で、弾性表面波装置の中心周波数を任意の値に変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す弾性表面波共振子の構造図である。

【図2】従来の弾性表面波共振子を示す構造図である。

【図3】図1の製造工程を示す断面図である。

【図4】図1の磁化作業を示す略図である。

【図5】システムに搭載された図1の弾性表面波共振子を

11

示す図である。

【図6】図1の弾性表面波共振子の周波数特性を示す図である。

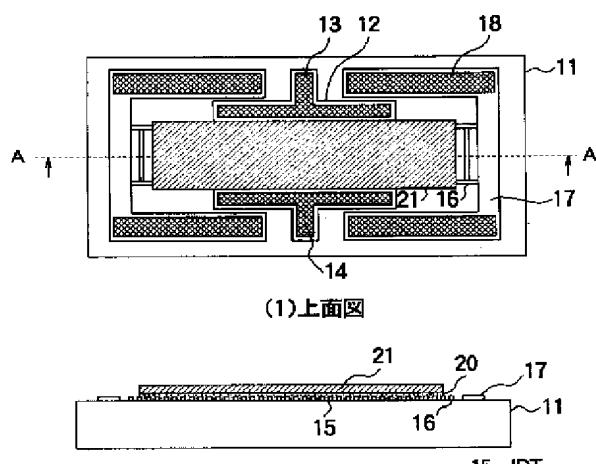
【図7】本発明の第2の実施例の弾性表面波共振子の周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

- | | | | |
|-----|------|-----|------|
| 1 1 | 圧電基板 | 1 3 | 入力端子 |
| 1 2 | 下敷き | 1 4 | 出力端子 |

- | | |
|-----|---------|
| 1 5 | I D T |
| 2 0 | 絶縁膜 |
| 2 1 | 強磁性体の薄膜 |
| 3 0 | 電磁石 |
| 4 0 | システム |
| B | 強磁性体膜 |

【図1】



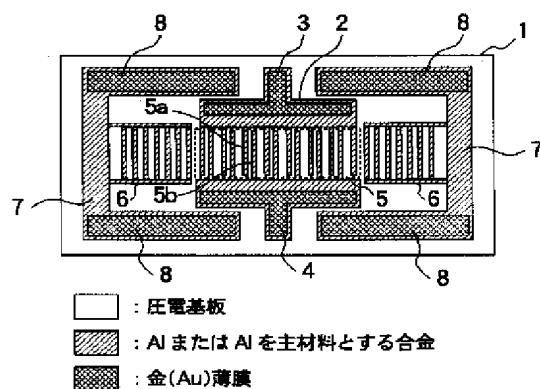
(2) A-A 断面図

(3) 拡大断面図

- : 圧電基板
- ▨ : 強磁性体薄膜
- ▨ : 金(Au)薄膜
- ▨ : 絶縁体

本発明の第1の実施例の弾性表面波共振子

【図2】



従来の弾性表面波共振子

【図3】

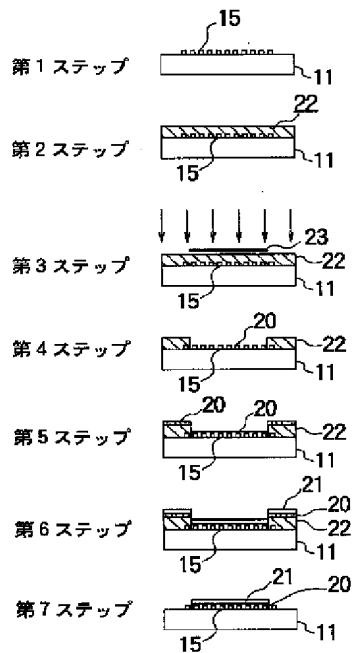


図1の製造工程

【図4】

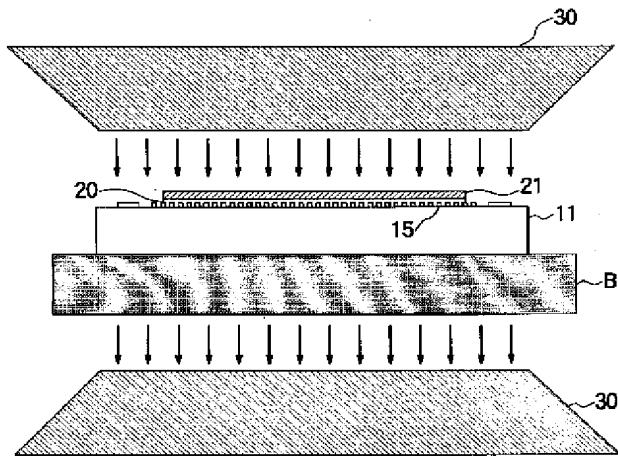
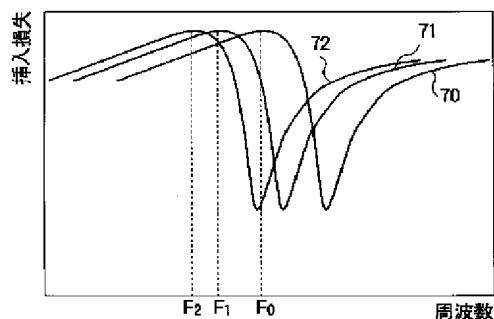


図1の磁化作業

【図7】



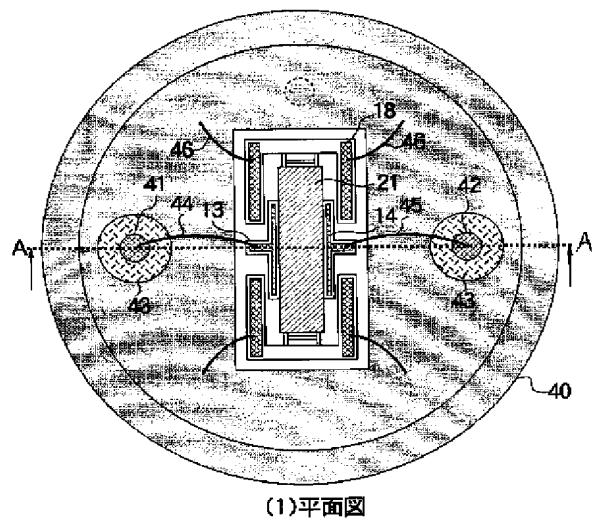
(1)中心周波数制御用静磁気力の波形



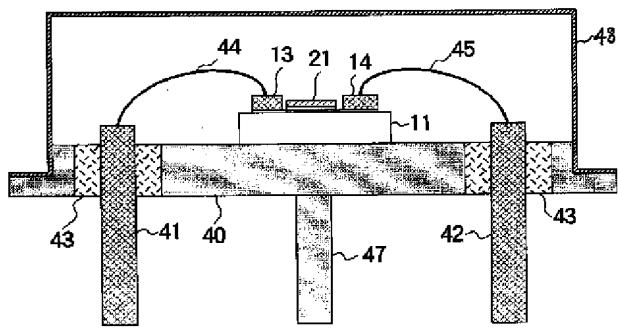
(2)静磁気力による周波数特性の変動

本発明の第2の実施例の弾性表面波共振子の周波数特性

【図5】



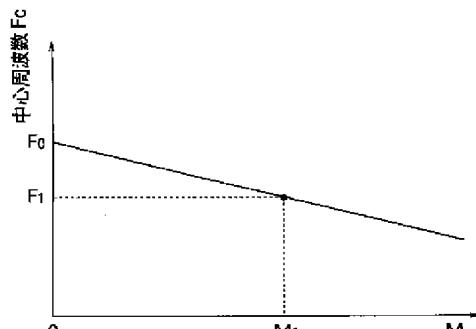
(1)平面図



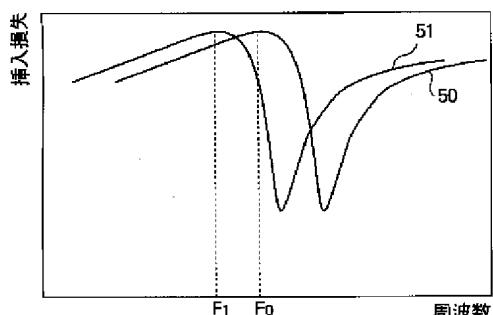
(2)A-A'断面図

システムに搭載した弾性表面波共振子

【図6】



(1)静磁気力と中心周波数の関係



(2)静磁気力による周波数特性の変動

図1の周波数特性